

Felder

E 9_01

Das **Magnetfeld** eines Magneten oder eines stromführenden Leiters bewirkt eine Kraft auf einen Probemagneten.

Elektrische Felder

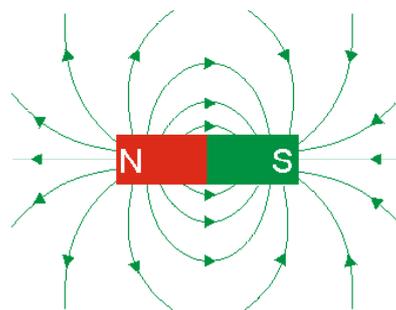
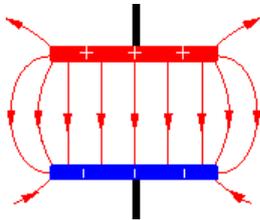
Das Feld eines geladenen Körpers bewirkt eine Kraft auf eine Probeladung.

Feldlinien veranschaulichen Felder und ihre Kraftwirkung.

Eigenschaften von Feldlinien.

- Feldlinien schneiden sich nie.
- Je dichter die Feldlinien, desto größer ist die Kraft in einem Feldbereich.

Felder können Energie speichern und wieder abgeben.



Magnetische Kräfte auf elektrische Ströme

E 9_02

In einem Magnetfeld wirkt auf einen stromdurchflossenen Draht eine Kraft.

Je größer die Stromstärke, desto größer die Kraft.

Je größer die Länge des Drahts im Feld ist, desto größer die Kraft.

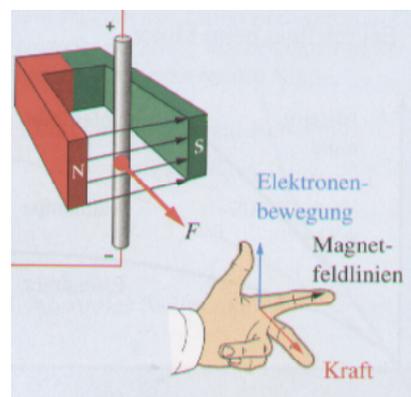
Stehen Feldlinien und Draht senkrecht aufeinander, so ist die Kraft am größten.

Die Kraftwirkung auf einen stromführenden Leiter wird durch die „Linke-Hand-Regel“ beschrieben.

Daumen: Elektronenbewegung

Zeigefinger: Magnetfeld

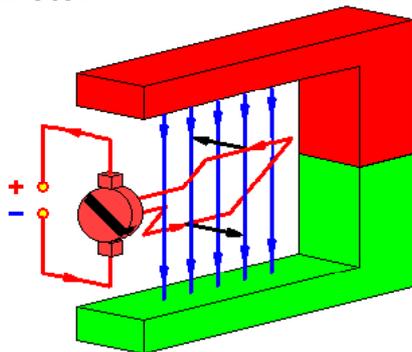
Mittelfinger: Lorentzkraft



Bildquelle: Fokus Physik 9 Cornelsen

Elektromotor

E 9_03



Im Elektromotor wird eine stromführende Spule durch die Lorentzkraft gedreht. Der Polwender sorgt für dafür, dass die Elektronen die Spule in die richtige Richtung durchfließen.

Lorentzkraft

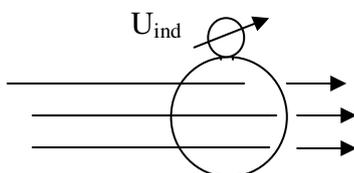
Die Lorentzkraft bewirkt eine Ablenkung auf frei bewegliche Ladungsträger (z.B. im Fadenstrahlrohr). Sind die Ladungsträger positiv geladen, verwendet man die „Rechte-Hand-Regel“

Bildquelle: Leifi

Induktion

E 9_04

Während sich die Anzahl der Magnetfeldlinien ändert, die die Querschnittsfläche von Drahtwindungen durchsetzen, tritt zwischen den Drahtenden eine Induktionsspannung auf.



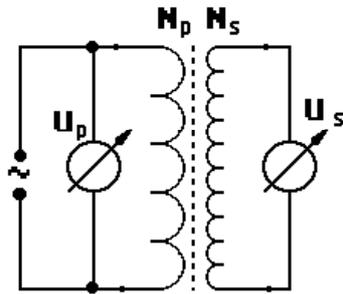
Je rascher die Änderung erfolgt, desto größer ist die Induktionsspannung.

Ändert sich das Magnetfeld, so spricht man von Induktion im ruhenden Leiter. Bewegt sich die Querschnittsfläche oder ändert sich ihre Form, so spricht man von Induktion im bewegten Leiter.

Im Generator, der ähnlich wie ein Elektromotor aufgebaut ist, werden Spule und Magnet so gegeneinander bewegt, dass durch Induktion eine Wechselspannung entsteht.

Transformator

E 9_05



Beim Transformator ruft der Wechselstrom I_p in der Primärspule ein magnetisches Wechselfeld im Eisenkern hervor, das seinerseits eine Wechselspannung an der Sekundärspule induziert.

Im Idealfall gilt:

$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{U_p}{U_s} \quad \text{bzw.} \quad \frac{N_p}{N_s} = \frac{I_s}{I_p}$$

N_p Windungszahl der Primärspule, N_s Windungszahl der Sekundärspule
 U_p Spannung an der Primärspule, U_s Spannung an der Sekundärspule
 I_p Stromstärke in der Primärspule, I_s Stromstärke in der Sekundärspule

Leitungsverluste

E 9_06

Die Stromstärke in Fernleitungen wird durch Hochtransformieren verringert. Dadurch sinkt die Verlustleistung $P = R \cdot I^2$ der Leitungen.

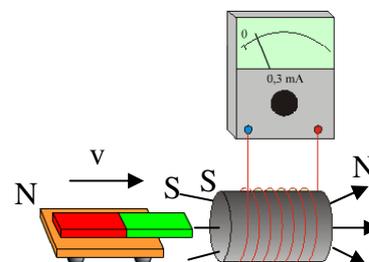
Regel von Lenz

Induktionsströme sind immer so gerichtet, dass sie der Induktionsursache entgegen wirken.

Beispiel

Taucht der Magnet in die Spule ein, so entsteht in der Spule durch Induktion ein Magnetfeld, das so ausgerichtet ist, dass es den Magneten bremst.

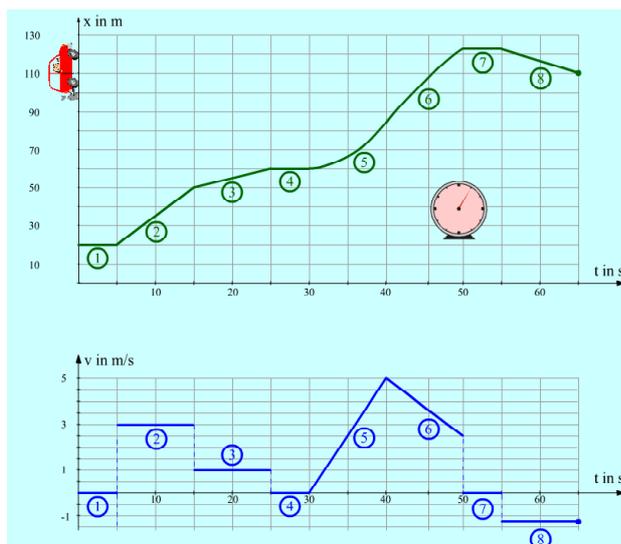
Bildquelle: Leifi



Bewegungsabläufe in Diagrammen

M 9_01

Die Abbildung zeigt ein Zeit-Weg-Diagramm und ein dazugehöriges Zeit-Geschwindigkeit-Diagramm einer idealisierten Bewegung. Der Verlauf der Graphen gibt Auskunft über den Ort (oben) und die dazugehörige Geschwindigkeit (unten) in 8 verschiedenen Phasen.



Bildquelle: Leifi

Zusammenhang zwischen Weg und Geschwindigkeit

M 9_02

t-x-Diagramm

Die Durchschnittsgeschwindigkeit v in einem Zeitintervall Δt entspricht der

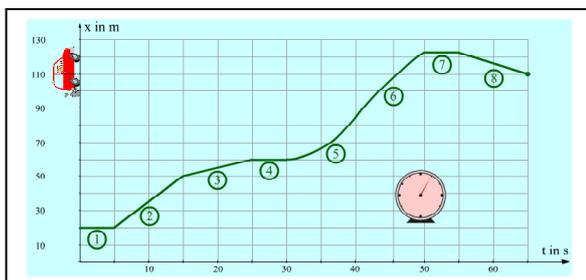
Steigung im t-x-Diagramm : $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$. Daraus folgt:

Waagrecht Verlauf im t-x-Diagramm $\Rightarrow v = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Je größer die Steigung, desto größer die Geschwindigkeit.

Fallender Verlauf \Rightarrow Rückwärtsbewegung

Die Steigung nimmt zu \Rightarrow beschleunigte Bewegung, v wird größer.



Bildquelle: Leifi

Zusammenhang zwischen Beschleunigung und Geschwindigkeit M 9_03

t-v-Diagramm

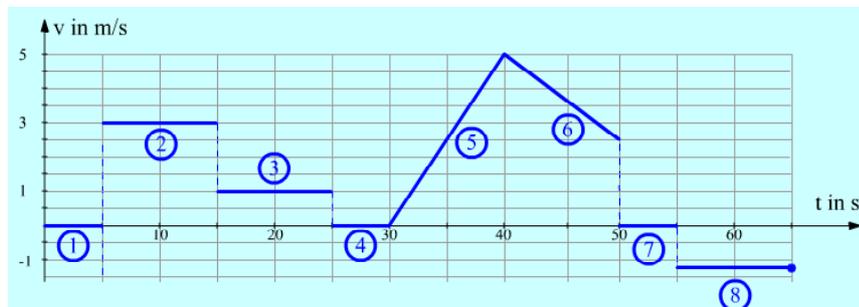
Die Beschleunigung a entspricht der Steigung im t-v-Diagramm : $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$.

Waagrecht Verlauf im t-v-Diagramm $\Rightarrow a = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}} \Rightarrow v$ ist konstant.

Je größer die Steigung, desto größer die Beschleunigung.

Ansteigender Verlauf \Rightarrow Die Geschwindigkeit wird größer

Fallender Verlauf \Rightarrow Die Geschwindigkeit wird kleiner



Bildquelle: Leifi

Formeln für die Beschreibung von Bewegungen

M 9_04

Δx ist der zurückgelegte Weg, v ist die Geschwindigkeit zum Zeitpunkt t .

Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit v_0 .

$$\Delta x = v_0 \cdot t$$

Bewegung mit konstanter Beschleunigung a aus der Ruhe.

$$v = a \cdot t \quad \Delta x = \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

Bewegung mit konstanter Beschleunigung a mit der Anfangsgeschwindigkeit v_A und der Endgeschwindigkeit v_E .

$$v = a \cdot t + v_A ;$$

$$\Delta x = v_D \cdot t \quad \text{mit } v_D = \frac{v_A + v_E}{2} \quad \text{Durchschnittsgeschwindigkeit } v_D$$

Freier Fall.

$$a = g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad v = g \cdot t \quad h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 \quad \text{Fallhöhe } h$$

Aufbau der Atome

A 9_01

Protonen und Neutronen befinden sich im Kern, die Elektronen in der Atomhülle

Größen

Atomradius $\approx 1,0 \cdot 10^{-10} \text{ m}$

Kernradius $\approx 1,0 \cdot 10^{-14} \text{ m}$

Ladungen

Protonen einfach positiv geladen $+e$

Elektronen einfach negativ geladen $-e$

Neutronen ungeladen

e ist die Elementarladung ($\approx 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ As}$)

Massen

Protonen und Neutronen haben jeweils etwa die Masse 1u.

Elektronen sind ca. 1800-mal leichter.

1u ($\approx 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$) ist die atomare Masseneinheit.

Massenzahl, Ordnungszahl, Isotope

A 9_02

Beispiel: ${}_{7}^{15}\text{N}$ Stickstoff

Ordnungszahl 7 : Das Stickstoffatom hat 7 Protonen. Das ungeladene Atom hat ebenso viele Elektronen.

Massenzahl 15 : Das Atom hat 15 Kernbausteine (Protonen und Neutronen), also $15-7 = 8$ Neutronen. Die Masse des Atoms beträgt ca. 15u.

Die Atome eines Elements haben die gleiche Ordnungszahl, können sich aber in der Anzahl der Neutronen unterscheiden.

Beispiel : ${}_{7}^{14}\text{N}$ und ${}_{7}^{15}\text{N}$ sind zwei verschiedene Stickstoffisotope mit 7 bzw. 8 Neutronen.

Aufnahme und Abgabe von Energie

A 9_03

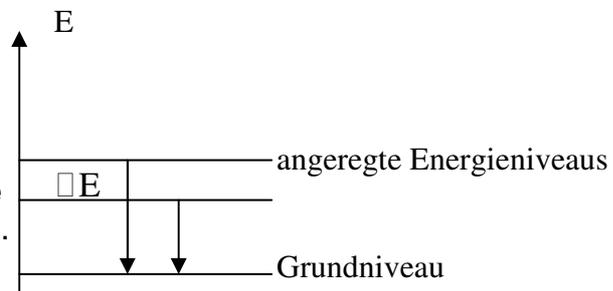
Kontinuierliches Spektrum

Das Licht der Sonne oder einer Glühbirne besteht aus einem kontinuierlichen Spektrum, das alle Spektralfarben von Violett bis Rot enthält.

Energieniveaus und Linienspektrum

Elektronen können in der Atomhülle nur diskrete Energieniveaus annehmen. Beim Übergang von einem höheren in ein tieferes Niveau wird die Energieportion ΔE abgegeben. Es entsteht ein Photon mit der Energie ΔE und der dazugehörigen Farbe.

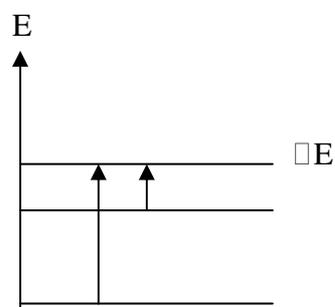
Es entsteht ein Linienspektrum.
Rote Linien haben eine geringere Energieportion, als violette Linien.



Anregungen durch Elektronen und Photonen

A 9_04

Hüllenelektronen können durch Stoßelektronen oder durch Photonen (Absorption) auf ein höheres Energieniveau gebracht werden. Dabei verlieren die Stoßelektronen die kinetische Energie ΔE , die Photonen müssen genau die Energie ΔE mitbringen und werden absorbiert.



Strahlung radioaktiver Körper

A 9_05

Radioaktive Strahlung erreicht uns ständig aus Boden, Wasser, Luft und Weltraum (Nulleffekt). Mit Hilfe ihrer Ionisationsfähigkeit kann man radioaktive Strahlung, zum Beispiel mit einem Geier-Müller-Zählrohr, nachweisen.

Man unterscheidet zwischen α -, β - und γ -Strahlung.

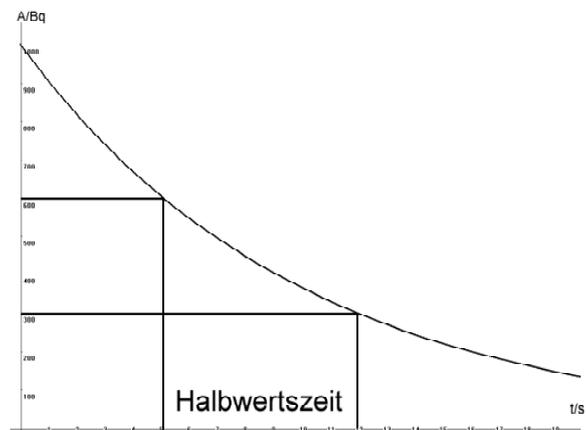
Eigenschaften

	α -Strahlung	β -Strahlung	γ -Strahlung
Art (Ladung)	Heliumkerne(2e)	Elektronen (-e)	Photonen (0)
Geschwindigkeit	$\approx 0,1 \cdot c$	$\approx 0,99 \cdot c$	Lichtgeschwindigkeit c
Wirkung	stark ionisierend	ionisierend	schwach ionisierend
Abschirmung	Papier	einige mm Metall	dicke Bleiplatten
Entstehung	Kernzerfall	Neutronenzerfall	Energieübergang im Kern

Aktivität und Halbwertszeit

A 9_06

Die Aktivität A ist die Anzahl der Zerfälle pro Sekunde, die Einheit der Aktivität ist Becquerel .1 Bq = $\frac{1}{s}$. Die Aktivität einer Probe halbiert sich jeweils innerhalb der Halbwertszeit. Vergleicht man die jetzige Aktivität mit der ursprünglichen Aktivität, so kann auf das Alter der Probe schließen.
(z.B. C14-Methode).



Strahlenschutz

A 9_07

Radioaktive Strahlung ruft Veränderungen der Körperzellen hervor.

Die fünf „A“ des Strahlenschutzes:

- Abstand halten
- Abschirmung
- Aufenthaltsdauer kurz halten
- Aktivität gering halten
- Aufnahme in den Körper vermeiden

Ein Maß für die schädigende Wirkung der Radioaktivität ist die Äquivalentdosis (absorbierte Energie pro Kilogramm mal Bewertungsfaktor). Sie liegt im Mittel bei ca. 4 mSv (Millisievert) pro Jahr, die Hälfte davon stammt von natürlichen Strahlungsquellen.

Äquivalentdosen in Sv-Bereich führen zu schweren Krankheiten oder dem Tod.

Kernumwandlungen

A 9_08

Kernfusion

Bei einer Kernfusion verschmelzen Atomkerne zu einem Kern.

Beispiel: 4 Wasserstoffatome der Masse 1,007825u, fusionieren im Inneren der Sonne nach mehreren Teilfusionen zu einem Heliumatom der Masse 4,002603u, das um

$\Delta m = 0,0028697u = 4,76 \cdot 10^{-29} \text{ kg}$ leichter ist als die Wasserstoffatome (Massendefekt

Δm). Die zugehörige Energie $E = \Delta m c^2 = 4,28 \cdot 10^{-12} \text{ J} = 26,7 \text{ MeV}$ wird dabei pro Fusion frei. Man kann diese Energie als Bindungsenergie auffassen, die notwendig wäre, das Heliumatom in seine 4 Wasserstoffatome aufzuspalten.

Kernspaltung

Ein Atomkern wird durch Neutronenbeschuss in mehrere Trümmerkerne und Neutronen gespalten.

Beispiel: ${}_0^1\text{n} + {}_{92}^{235}\text{U} \rightarrow {}_{56}^{139}\text{Ba} + {}_{36}^{95}\text{Kr} + 2 {}_0^1\text{n}$.

Ein Neutron spaltet ein Uranatom, es entstehen Barium, Krypton sowie 2 Neutronen. Auch bei der Kernspaltung ist die Gesamtmasse um Δm kleiner als vorher. Mit dem

Massendefekt Δm kann die Energie $E = \Delta m \cdot c^2$ berechnen, die dabei gewonnen wird.